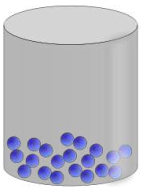
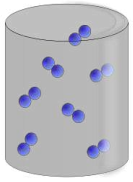
سلوك الغازات

نبدءُ هذه الوحدة بمقارنةٍ بين حالات المادة الثلاثة (الصلبة و السائلة و الغازية

حالة المادة	الصلبة		السائلة		الغازية	
الشكل	ثابت		غير ثابت		غير ثابت	
الحجم	ثابت		ثابت		غير ثابت	
التماسك	كبيرة جداً		متوسط		صغيرة جداً	
قابلية الانضغاط	صغيرة جداً	Solid	صغيرة	Liquid	كبيرة جداً	Gas

و الآن و بالاستفادة من الجدول السابق سنُعدد خواص الغازات :

1 ﴿ ليس لها شكل أو حجم ثابت بل تأخذ شكل و حجم الإناء الذي توضع فيه

2 ﴿ تنضغط بسهولة و تتمدد بسهولة

3 ﴿ لها القدرة على الانتشار و التسرب عبر الثقوب و الفتحات الضيقة

4 ﴿ كثافتها صغيرة جداً بالنسبة للمواد السائلة و المواد الصلبة

5 ﴿ معظمها عديم اللون و بعضها ملون

6 ﴿ تتحرك جسيمات الغاز حركة عشوائية في جميع الاتجاهات ولكنها في خطوط مستقيمة

نستمع لنشرة أخبار الطقس فما المقصود بـ " **الأرصاد الجوية** "

عِلمٌ يدرسُ أحوال الطقس و يحاول توقعها بتحليل مجموعة من المتغيرات أهمها الضغط الجوي ، الحرارة ، الرطوبة ، سرعة الرياح

و الآن سنتعرف الى فرضيات النظرية الحركية للغازات :

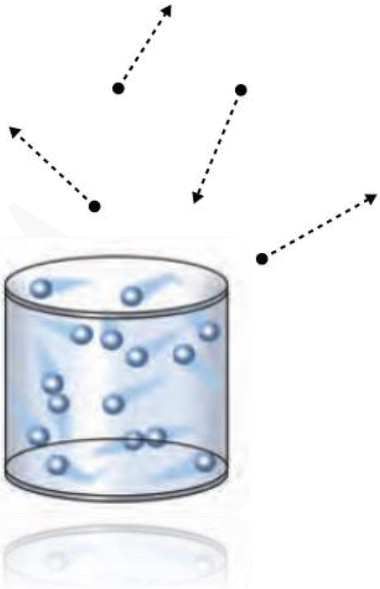
① الغازات عبارة عن جسيمات كروية الشكل

② جسيمات الغاز صغيرة جداً بالمقارنة مع المسافات التي تفصل بينها

③ لا توجد قوى تنافر او تجاذب بين جسيمات الغاز

④ تتحرك جسيمات الغاز بسرعة في حركة عشوائية ثابتة في مساراتٍ مستقيمة

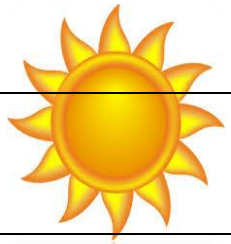
⑤ تحدثُ جسيمات الغاز ضغطاً على جدار الوعاء الحاوي لها نتيجة التصادمات المستمرة بين هذه الجسيمات و جدران الوعاء



﴿ النظرية الحركية للغازات ﴾

هي نظرية تفترض أن جسيماتُ الغاز كرويةُ الشكل ، صغيرةُ الحجم تفصل بينها مسافات كبيرةٌ و لا يوجد بين هذه الجسيمات قوى تنافر أو قوى تجاذب و تتحرك حركةً عشوائيةً منتظمةً في اتجاهات مستقيمة

علل لما يلي





ينتفخ كيس البطاطا الجاهزة **عند تركه** تحت أشعة الشمس

لزيادة ضغط الهواء الموجود داخله على جدران الكيس نتيجة زيادة درجة الحرارة

يكثُرُالهواء في مناطق الضغط الجوي المرتفع عنه في مناطق الضغط الجوي المنخفض

لأن الهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد ، و بالتالي ترتفع كتل الهواء الساخن فوق كتل الهواء البارد

الغازات قابلة للانضغاط بسهولة

لـوجـود فـراغ بـيـن جـزيـئـاتـه

تتحرك جسيمات الغاز بحريةٍ داخل الأوعية التي توجد بها

لعدم وجود قوى تنافر او تجاذب بين جسيمات الغاز

يأخذ الغاز شكل و حجم الاناء الحاوي له

لعدم وجود قوى تنافر أو تجاذب بين جسيمات الغاز

تكون التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة تماماً

لأن الكمية الكلية للطاقة الحركية تظل ثابتة أثناء الاصطدام و تنتقل من جسيم الى أخر دون هدر أي منها

هبوط بالون الهيليوم عند تسرب الغاز منه

لتناقص عدد جسيمات غاز الهيليوم داخل البالون و بالتالي تقل التصادمات بينها و ينخفض ضغط الغاز داخل البالون

يُحذرُمن إحراق أو (تسخين) علب الرذاذ حتى لو كانت فارغة

لأنها تصبح قابلة للانفجار ، لزيادة سرعة حركة جسيمات الغاز نتيجةً لامتصاصها للطاقة الحرارية ، و زيادة بالتالي اصطدام جسيمات الغاز بجدران الوعاء ، و بالتالي تمارس ضغط أكبر

ملاحظة : تسيرُجسيماتُ الغاز في مساراتٍ مستقيمةٍ (الحركة البراونية) .

ملاحظة : يمكن للجسيمات أن تحيد عن مسارها اذا اصطدمت مع بعضها البعض .

ملاحظة : تكون التصادمات بين جسيمات الغاز مرنة تماماً .

ما هو المتغير الذي يُعبرُعن متوسط الطاقة الحركية لجزيئات الغاز ؟؟؟ (درجة الحرارة)

تذكير : متوسط الطاقة الحركية لمجموعة من جسيمات الغاز تتناسب طرداً مع درجة الحرارة المطلقة (k) للغاز

العلاقة طردية

﴿ **تزداد الطاقة الحركية لجسيمات الغاز مع ارتفاع درجة الحرارة ، و تقل مع انخفاضها** ﴾

- يتكون الهواء من مجموعة من جزيئات الغازات ثنائية الذرة مثل (Cl_2 , O_2 , H_2 , N_2) ، ويتواجد فيه أيضاً الغازات النبيلة (الخاملة) في شكل جزيئات أحادية الذرة **مثل** (He , Ne , Ar)

المتغيرات التي تصف غازاً ما

ما هي المتغيرات التي تُستخدمُ لوصف غازما ؟

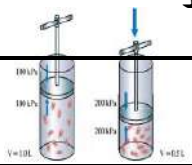
الضغط (P)	الحجم (V)	عدد المولات (n)	درجة الحرارة المطلقة (T)
Kpa	الليتر L	المول mol	الكلفن K

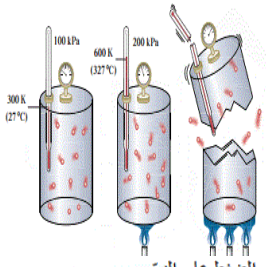
العوامل التي تؤثر على ضغط الغاز P



ملاحظة هامة جداً : ضغط الغاز ينشأ عن تصادم جزيئات الغاز مع بعضها البعض و مع جدران الوعاء

ما هي العوامل التي تؤثرعلى ضغط الغاز؟

العوامل التي تؤثر على ضغط الغاز P				
	زيادة	نقص	نوع العلاقة	ملاحظات
① كمية الغاز n (عدد الجسيمات)	✓		طردية	لأنه بزيادة عدد الجسيمات تزداد التصادمات بينها و بين جدران الوعاء و بالتالي يزداد الضغط
② الحجم V		✓	عكسية	عند مضاعفة الحجم سيقل الضغط للنصف 
③ درجة الحرارة T	✓		طردية	لزيادة سرعة حركة جسيمات الغاز نتيجةً لامتصاصها للطاقة الحرارية ، و بالتالي زيادة اصطدام جسيمات الغاز بجدران الوعاء ، و بالتالي تمارس ضغط أكبر



ملاحظة : كلما تضاعفَ (زاد) عدد جسيماتِ الغاز تضاعف الضغط و العكس صحيح . (العلاقة طردية)

☚ ما هي آلية عمل عبوات الرذاذ (مثل كريم الحلاقة ، سائل تثبيت الشعر ، عبوات الدهان المضغوطة ...) ؟

عند فتح وعاء محكم الإغلاق يحتوي على غاز مضغوط ،

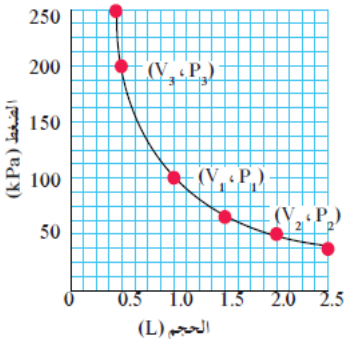
ينتقل الغاز داخل الوعاء من الحيز ذي الضغط المرتفع الى الحيز الخارجي ذي الضغط المنخفض



قوانين الغازات Gases Laws

قانون بويل : درس العلاقة بين الضغط P و الحجم V

يتناسب الحجم الذي تشغله كمية معينة من الغاز تناسباً عكسياً مع ضغط الغاز ، عند درجة حرارة ثابتة



العلاقة عكسية

أكتب العلاقة الرياضية لقانون بويل :

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

س : أكتب العلاقة الرياضية لقانون بويل ، و اشرح رموزها ، ما هو الشرط المتعلق بالحرارة ؟

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

مسألة (١) :

يحتوي منطاد على 30 L من غاز الهيليوم (He) عند ضغط 103 kPa على ارتفاع معين ، ما حجم غاز الهيليوم عندما يصعد المنطاد يصل الضغط فيه الى 25 kPa فقط ؟ (مع افتراض أن درجة الحرارة ثابتة

الحل : نستخدم قانون بويل

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$103 \times 30 = 25 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{103 \times 30}{25} = 123.6 \text{ L}$$

مسألة (٢) :

يتغير ضغط 2.5 L من غاز التخدير من 105 kPa الى 40.5 kPa ، احسب الحجم الجديد عند ضغط 40.5 kPa (مع افتراض ثبات درجة الحرارة)

الحل : نستخدم قانون بويل

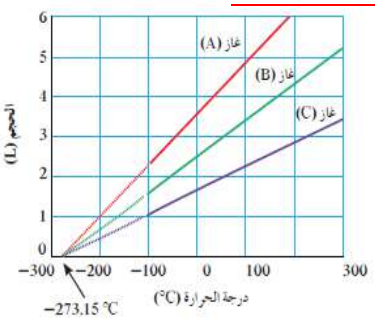
$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$105 \times 2.5 = 40.5 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{105 \times 2.5}{40.5} = 6.481 \text{ L}$$

قانون تشارلز : درس العلاقـــــــــة بين الحـــجـــم V و درجة الحرارة T

يتناسب حجم كمية معينة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة بالكلفن ، عند ثبات الضغط و كمية الغاز



أكتب النص الرياضي لقانون تشارلز

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ملاحظة : العلاقة بين درجة الحرارة و الحجم طردية ، بثبات الضغط .

علل : تقاس العلاقة بين درجة الحرارة و الحجم لأي كمية من الغاز من الناحية العملية في مدى محدود فقط .

لأن الغازات تتكثف عند درجات الحرارة المنخفضة لتكون سوائل

ملاحظة : تسمى درجة الحرارة (- 273.15 °C) بدرجة الصفر المطلق أو الصفر كالفن

ما المقصود بـ درجة الصفر المطلق (0 K) = (- 273.15 ° C) :

هي درجة الحرارة التي تساوي عندها متوسط الطاقة الحركية لجسيمات الغاز الصفر

ملاحظة : في مقياس كلفن لدرجة الحرارة تقابل **درجة الصفر** (0 K) **الدرجة** (- 273.15 ° C)

ملاحظة مقياس التحويل من السيليسيوس الى الكلفن $T_{(k)} = T_{(°C)} + 273$

مسألة (١) :

نُفخ بالون حجمه 4 L عند درجة حرارة 24 °C . ثم سُخن البالون الى درجة حرارة 58 °C

ما الحجم الجديد للبالون مع بقاء الضغط ثابتاً ؟

الحل : نستخدم قانون تشارلز $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{4}{297} = \frac{V_2}{331} = 4.457\ L$

مسألة (٢) :

تشغلُ عينة غاز 6.8 L عند درجة حرارة 325 °C . ما الحجم الذي ستشغله عند درجة حرارة 25 °C مع بقاء الضغط ثابتاً

.....

.....



قانون جاي لوساك درس العلاقة بين درجة الحرارة T و الضغط P

يتناسب ضغط كمية معينة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة حرارتها المطلقة ، بثبات الحجم

☜ أكتب العلاقة الرياضية لقانون جاي لوساك ؟

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

العلاقة طردية

مسألة (١)

اذا كان ضغط الغاز المتبقي في عبوة رذاذ مُستخدمة يساوي 103 kPa عند درجة حرارة 25 °C

احسب ضغط الغاز في حال أُلقيت هذه العبوة في النار عند درجة حرارة 928 °C (مع افتراض ثبات الحجم)

الحل : نستخدم قانون جاي لوساك $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow \frac{103}{298} = \frac{P_2}{1201} =$ 415.11 Kpa

القانون الموحد للغازات

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

أكتب العلاقة الرياضية للقانون الموحد للغازات ؟

ملاحظة : يمكن استنتاج القوانين الثلاثة السابقة باستخدام القانون الموحد للغازات ، وذلك بجعل

أحد المتغيرات الثلاثة (الحجم ، الضغط ، درجة الحرارة) ثابتاً ، بشرط أن تبقى كمية الغاز n ثابتة

ما هي المجموعة القياسية (STP)

درجة الحرارة القياسية 273 k)	و الضغط القياسي 101.3 Kpa

مسألة (١) :

اذا كان حجم بالون مملوء بالغاز يساوي 30 L عند درجة حرارة 40 °C

وضغط 153 kPa ، فما هو حجم البالون

عند الضغط و درجة الحرارة القياسيين (STP)

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

$$\frac{153 \times 30}{313} = \frac{101.3 \times V_2}{273} \rightarrow V_2 = \quad \text{L}$$

الغازات المثالية Ideal Gases

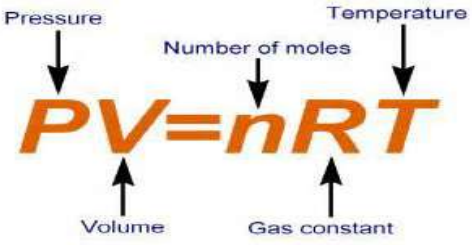
ما المقصود بـ **الغاز المثالي** : **هو غاز افتراضي يحقق جميع فرضيات النظرية الحركية**



ما المقصود بـ **الثلج الجاف** : هو غاز ثاني أكسيد الكربون في الحالة الصلبة $CO_{2(S)}$

علل : تسمية ثاني أكسيد الكربون الصلب بالثلج الجاف . لأنه يتبخر مباشرةً دون أن ينصهر " (يتسامى)

قانون الغاز المثالي



ملاحظة : من العلاقة السابقة نحصل على ثابتٍ يسمى ثابت الغاز المثالي R ، و يُعينُ باستخدام القيم القياسية

$$R = \frac{V \times P}{T \times n} = \frac{101.3 \times 22,4}{273 \times 1} = 8.31 \text{ kpa.L/mol.k}$$

ملاحظة : يشغل المول الواحد لكل غاز مثالي حجماً قدره 22.4 L في الظروف القياسية

(P = 101.3 Kpa , T = 273 k)

مسألة (١)

تحوي كرة مجوفة مثبتة على 685 L من غاز الهيليوم عند درجة حرارة 621 K و ضغط غاز 1.89×10^3 kpa

ما هو عدد مولات الهيليوم التي تحتوي عليها الكرة (اعتبر غاز الهيليوم غازاً مثالياً)

الحل : نستخدم قانون الغاز المثالي : $P.V = n R T$

$$n = \frac{p \times v}{R \times T} = \frac{1.89 \times 10^3 \times 685}{8.31 \times 621} = \quad mol$$

ملاحظة : الغاز المثالي (هو غاز افتراضي) يتبع قوانين الغازات عند جميع الظروف القياسية.

ملاحظة : لا وجود للغاز المثالي ، ولكن في ظروف محددة من الضغط و درجة الحرارة

(عند درجات حرارة مرتفعة و ضغط منخفض) تسلك الغازات الحقيقة سلوك الغاز المثالي الى حد كبير.

ما المقصود بـ **الغاز الحقيقي** هو غاز يمكن اسالته و يمكن تحويله الى الحالة الصلبة بالتبريد تحت تأثير الضغط



ملاحظة : امكانية اسالة الغاز و تصلبه تدل على وجود قوى تجاذب بين جزيئاته

① فرضية أفوجادرو

مثال تمهيدي : افترضَ العالمُ أفوجادرو أنه لو كانَ لدينا غُرفَتَين لهُما نَفسَ الحَجمَ و قُمنا بِملئِهما بِنَفسِ العَددِ مِنَ الجُسيماتِ بغضِ النَظرِعن صِغرِها وكِبرِحَجمِها ، و بِاعتِبارِ أنَ جُسيَماتِ الغَازِ مُتباعِدة عنَ بَعضِها في الفَراغِ ، فَلاحَظَ أنَ مَجمُوعَةَ الجُسيَماتِ الكَبيرةِ نِسبياً لا تَتَطَلبُ فَراغاً أكبَرَ عِندَ مُقارنَتِهَا مَعَ نَفسِ العَددِ مِنَ الجُسيمَاتِ الصَغيَرةِ نِسبياً



ما هو نص **فرضية أفوجادرو** (تنطبق على الغازات فقط)

الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة عند درجة الحرارة و الضغط نفسه تحتوي على أعداد متساوية من الجسيمات

الحجم المولي : **هو الحجم الذي يشغله المول الواحد من غاز مثالي عند درجة الحرارة و الضغط القياسيين و يساوي ٢٢,٤L**

مثال :احسب الحجم (باللتر) الذي يشغله 0,202 mol من غاز ما عند الظروف المثالية من الضغط و درجة الحرارة ؟

الحل : كل 1 mol يشغل حجماً مقداره 22,4 L

☚ 0.202 mol يشغل حجماً مقداره V (L)

إذاً $V = 22.4 \times 0.202 = 3.52\ L$

مسألة (١) :

ما الحجم الذي يشغله 0.742 mol من غاز الأرجون عند الظروف القياسية ؟

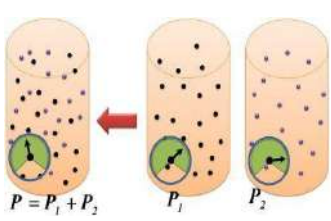
.....

مسألة (٢) :

ما عدد جزيئات النيتروجين الموجودة في 5.12 L من الغاز عند الظروف القياسية ؟

.....

قانون دالتون للضغوط الجزيئية







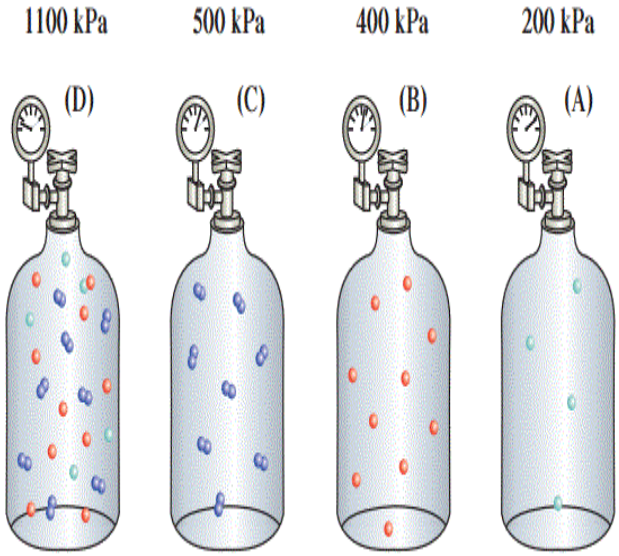
ملاحظة : يمكن إعادة ترتيب قانون الغاز المثالي $P \times V = n \times R \times T$ ليصبح $P = n \left(\frac{RT}{V}\right)$

وفي حالة ثبات الحجم و درجة الحرارة فان قيمة $\left(\frac{RT}{V}\right)$ تصبح ثابتة أي يصبح القانون السابق ثابت $P = n \times$

ملاحظة : **يتناسب ضغط الغاز في الوعاء طردياً مع عدد مولاته .**

توضيح لقانون دالتون : إذا كان لدينا خليط لمجموعة غازات لا تتفاعل مع بعضها داخل إناء ، فإن لكل غاز من هذه الغازات ضغط يتناسب مع عدد جسيماته و طاقتها الحركية ، و بالتالي يكون لكل غاز ضغط جزئُ منفرد .

ملاحظة : **بجمع الضغوط المنفردة لكل غاز نحصل على الضغط الكلي لخليط تلك الغازات .**



المكوّن	الحجم (%)	الضغط الجزئي (kPa)
النيتروجين	78.08	79.10
الأكسجين	20.95	21.22
ثاني أكسيد الكربون	0.04	0.04
الأرجون وغازات أخرى	0.93	0.94
المجموع	100	101.30

ما المقصود بـ **الضغط الجزئي** :

هو الضغط الناتج عن أحد مكونات خليط غازي إذا شغل حجماً مساوياً لحجم الخليط عند درجة الحرارة نفسها

اكتب العلاقة الرياضية لقانون دالتون للضغوط الجزيئية :

$P_{tot} = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots$ **الضغط الكلي**

ما هو نص **قانون دالتون للضغوط الجزيئية** ؟

عند ثبات الحجم و درجة الحرارة يكون الضغط الكلي لخليط من عدة غازات لا تتفاعل مع بعضها يساوي مجموع الضغوط الجزيئية للغازات المكونة للخليط

علل : يجب على الطيارين و متسلقي الجبال أن يحملوا معهم امدادات أكسجين إضافية .

لأن الضغط الجوي يقل كلما ارتفعنا و بالتالي يقل الضغط الجزيئي للأكسجين مما يجعله غير كاف للتنفس

◈ **مثال توضيحي** : عند قمة افرست ينخفض الضغط الجوي من (101.3 kpa) الى (33.73 kpa) أي الى $\frac{1}{3}$ قيمته عند سطح البحر و معه ينخفض الضغط الجزيئي للأكسجين الى (7.06 kpa) و بالتالي يصبح غير كاف للتنفس حيث أن الإنسان يحتاج الى ضغط جزيئي للأكسجين لا يقل عن 10.67 kpa





مسألة (١) :

احسب الضغط الكلي لخليط غازي يحتوي

على أكسجين و نيتروجين و هيليوم ، اذا كانت الضغوط الجزيئية

للغازات كالتالي : $P_{O2} = 20$ kpa , $P_{N2} = 46.7$ kpa , $P_{He} = 26.7$ kpa

.....

.....

مسألة (٢) :

يحتوي خليط غازي على أكسجين و نيتروجين و ثاني أكسيد الكربون ، و يساوي ضغطه الكلي 32.9 kpa ، اذا علمت أن $P_{O2} = 6.6$ kpa , $P_{N2} = 23$ kpa احسب P_{CO2}

.....

.....

سرعة التفاعل الكيميائي و الاتزان الكيميائي

ما المقصود بـ **سرعة التفاعل الكيميائي** :

في حياتنا اليومية الكثير من التفاعلات الكيميائية منها السريع مثل (احتراق الفحم) بوجود أكسجين الهواء الجوي

و منها البطيء مثل (صدأ الحديد)

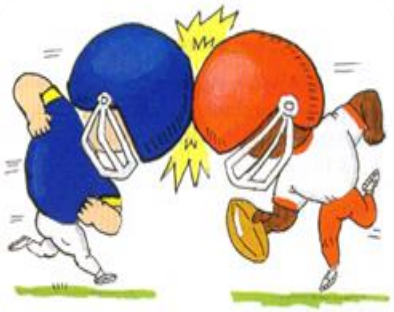


كيف تقاس سرعات التفاعلات الكيميائي ؟

- يُقاسُ التغير في عدد المولات خلال فترة زمنية معينة

هي كمية المواد المتفاعلة التي يحدثُ لها تغيرٌ في وحدة الزمن

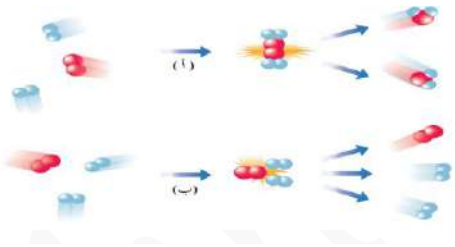
نظرية التصادم



ما المقصود بـ

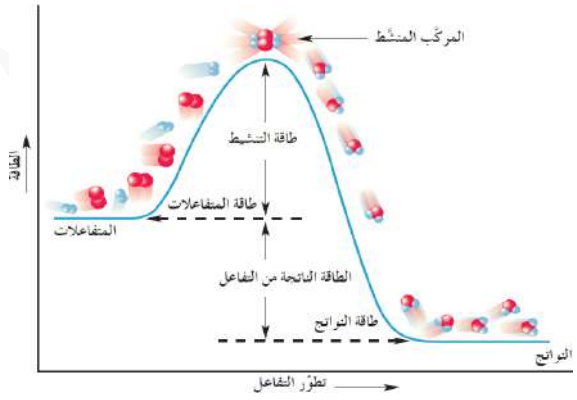
تنص نظرية التصادم على ان الذرات و الأيونات و الجزيئات يمكن أن تتفاعل و تكون نواتج عندما تصطدم ببعضها البعض بطاقة حركية كافية في الاتجاه الصحيح

ملاحظة : الجسيمات التي لا تملك طاقة حركية كافية ترتد بعيداً عند اصطدامها و لا يحدث تفاعل



ما المقصود بـ **طاقة التنشيط** :

هي أقل كمية من الطاقة التي تحتاج إليها الجسيمات للتفاعل



ما المقصود بـ **المركب المنشط** (الحالة الانتقالية) :

هي جسيمات تتكون لحظياً عند قمة حاجز طاقة التنشيط و لا تكُون من المواد المتفاعلة و لا الناتجة

المركب المنشط

(الحالة الإنتقالية)

تبلغ فترة عمر المركب المنشط حوالي 10^{-13} s

مركب غير مستقر بدرجة كبيرة

علل : المركب المنشط غير مستقر بدرجة كبيرة .

لأنه ما ان يتكون حتى يتفكك مرة اخرى ليعطي المواد المتفاعلة أو يستمر ليكون النواتج

اذا توافرت طاقة كافية و توجيه صحيح للذرات

علل : أحياناً يسمى المركب المنشط بالحالة الانتقالية .

لأنه ما إن يتكون حتى يتفكك مرة أخرى ليعطي المواد المتفاعلة أو يستمر ليكون النواتج

اذا توافرت طاقة كافية و توجيه صحيح للذرات



مثال : في درجة حرارة الغرفة لا تكون تصادمات جزيئات الأكسجين و الكربون فعالة و

نشيطة بدرجة كافيه لكسر روابط (O = O) و (C – C) لذلك تكون سرعة التفاعل مساويةً = 0

العوامل التي تؤثر في سرعة التفاعل الكيميائي

درجة الحرارة | التركيز | حجم الجسيمات | المواد المحفزة

تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة في أغلب التفاعلات لزيادة طاقة الجسيمات و بالتالي زيادة سرعتها مما يزيد من احتمال تصادمها و بالتالي يسرع من عملية تكوين النواتج
لا يحترق الفحم بسرعة يمكن قياسها في درجة حرارة الغرفة، ولكن اذا قمنا بتعريض الفحم للهب تزداد سرعة التفاعل لأنه في درجة حرارة الغرفة تكون التصادمات بين جزيئات الأكسجين و الكربون غير نشطة و فعالة لتخطي حاجز طاقة التنشيط و لكن عند رفع درجة الحرارة تتصادم ذرات الكربون و الأكسجين بطاقة أكبر و بالتالي تزداد سرعة التفاعل
يستمر التفاعل بين الكربون و الاكسجين دون الحاجة الى مصدر طاقة خارجي بعد إزالة اللهب لأن الحرارة المنطلقة من عملية الاحتراق تعطي التفاعل طاقة كافية لتخطي حاجز طاقة التنشيط و تكوين المواد الناتجة CO_2
تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز المواد المتفاعلة (عدد الجسيمات) في حجم محدد لأن زيادة تركيز المواد المتفاعلة تؤدي الى زيادة عدد الجسيمات المتفاعلة وبالتالي زيادة عدد التصادمات و بالتالي زيادة سرعة التفاعل
يمنع التدخين في المناطق التي تستخدم فيها الأنابيب المعبأة بالأكسجين لأن تركيز غاز الأكسجين يكون مرتفعا و يزداد خطر اشتعالها و انفجارها لزيادة تفاعل الاحتراق
يزدد توهج رقاقة من الخشب عند ادخالها في زجاجة تحتوي على غاز الأكسجين النقي لأن زيادة تركيز غاز الاكسجين تؤدي الى زيادة عدد التصادمات و يزداد تفاعل الاحتراق
كلما قل (صغُر) حجم الجسيمات المواد المتفاعلة زادت سرعة التفاعل لأن تقليل حجم الجسيمات يزيد من مساحة السطح و بالتالي تزداد كمية المادة المتفاعلة المعرضة للتفاعل و بالتالي يزداد معدل التصادمات و بالتالي يزداد سرعة التفاعل .
غُبار الفحم المعلق و المتناثر في المناجم يعتبر خطراً للغاية بالمقارنة مع كتل الفحم الكبيرة لأن حجم جسيماته صغيرٌ جدا و بالتالي يكونُ نشطا جدا و قابل للانفجار

أذكر طرق تستخدم لزيادة مساحة سطح المتفاعلات الصلبة

① إذابة المادة الصلبة يؤدي الى انفصال الجسيمات عن بعضها و بالتالي زيادة تفاعلها مع المواد الأخرى

② طحن المادة الصلبة و تحويلها الى مسحوق ناعم



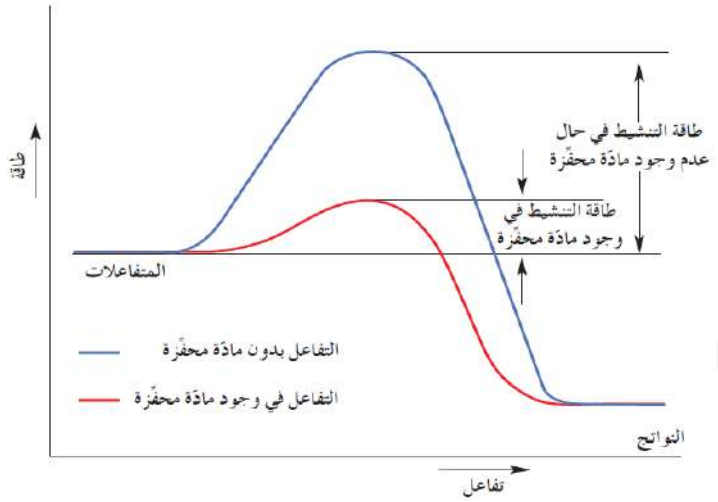


المواد المحفزة

ما المقصود بـ **المادة المحفزة** :

هي مادة تزيد من سرعة التفاعل و لا تُستهلك و لا يتغير تركيبها الكيميائي عند نهاية التفاعل

ملاحظة : **تعمل المواد المحفزة على ايجاد آلية بديلة ذات طاقة تنشيط أقل من الطاقة المطلوبة للتفاعل**



علل : تزداد سرعة التفاعل الكيميائي عند وجودة مادة محفزة

لأن المادة المحفزة تؤدي الى خفض حاجز طاقة التنشيط و بالتالي تزداد سرعة تكوين النواتج

مثال : إضافة كمية صغيرة من البلاتين Pt الى تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين **لكي يصبح سريعا**



$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{Pt} 2H_2O_{(l)}$$

ملاحظة : تكتب المادة المحفزة فشوق السهم الذي يشير الى النو اتج

علل: تعتبر المواد المحفزة هامة للغاية في كثير من العمليات الحيوية

لأن الأنزيمات تعتبر مواد محفزة تزيد سرعة التفاعلات البيولوجية (مثل هضم البروتينات)

ملاحظة : لا يمكن رفع درجة حرارة جسم الإنسان عن $37\ ^{oC}$ بهدف زيادة سرعة التفاعلات الحيوية لان ذلك سيسبب

خطراً على حياته ، لذلك تستخدم المواد المحفزة لزيادة سرعة التفاعلات البيولوجية (كهضم البروتين مثلاً)

ما المقصود بـ **المـــــادة الـــمانعة للتفاعل** :

هي مادة تعارض تأثير المادة المحفزة و تُضعف تأثيرها و هذا يؤدي الى بطء التفاعلات أو انعدامها

التفاعلات العكسية و الاتزان الكيميائي

① التفاعلات العكسية و التفاعلات غير العكسية

تقسم التفاعلات الكيميائية بحسب اكتمالها أو عدم اكتمالها الى نوعين :

التفاعلات العكوسة — التفاعلات غير العكوسة

ما المقصود بـ التفاعلات غير العكوسة :

هي تفاعلات تحدث في اتجاه واحد حيث لا تستطيع المواد الناتجة من التفاعل أن تتحد مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى

مثال : $AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} \downarrow + NaNO_{3(aq)}$

علل: تفاعل محلول نيترات الفضة مع محلول كلوريد الصوديوم من التفاعلات غير العكوسة

لأن المواد الناتجة من التفاعل لا تتحد مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى

ما المقصود بـ التفاعلات العكوسة :

هي تفاعلات لا تستمر باتجاه واحد بحيث لا تُستهلك المواد المتفاعلات تماماً

لتكوين النواتج فالمواد الناتجة تتحد مع بعضها البعض ثانيةً لتعطي المواد المتفاعلة مرة أخرى تحت ظروف التجربة نفسها

مثال : $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

ملاحظة : عند نفس درجة الحرارة يحدث التفاعلان أحدهما باتجاه تكوين ثالث أكسيد الكبريت (الطردي) ، و الآخر باتجاه تكوين الاكسجين و ثاني أكسيد الكبريت (العكسي) .

علل : في بداية التفاعل يكون معدل التفاعل العكسي = 0 .

لعدم وجود المواد الناتجة في بداية التفاعل

توضيح : مع بدء تكون SO_3 تتفكك كمية صغيرة منه ببطء ليبدأ التفاعل العكسي ويتكون SO_2 و O_2 ، و مع زيادة تركيز SO_3 تزداد سرعة التفاعل العكسي و معها تقل سرعة التفاعل الطردي لنقص كمية المتفاعلات SO_2 و O_2

التفاعلات العكوسة المتجانسة و غير المتجانسة

تقسم التفاعلات العكسية الى قسمين :

تفاعلات عكوسة متجانسة

تفاعلات عكوسة غير متجانسة

ما المقصود بـ **التفاعلات العكوسة المتجانسة** :

هي تفاعلات عكوسة تكون جميع المواد المتفاعلة و الناتجة من التفاعل في حالة واحدة من حالات المادة (في نفس الحالة الفيزيائية)

مثال : $Fe_{(s)} + S_{(s)} \rightleftarrows FeS_{(s)}$

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$

علل : يعتبر التفاعل التالي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{3(g)}$

لأن المواد المتفاعلة و الناتجة في حالة واحدة من حالات المادة و يمكن للمادة الناتجة SO_3 أن تتفكك لتكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى

ما المقصود بـ **التفاعلات العكوسة غير المتجانسة** :

هي تفاعلات عكوسة تكون فيها المواد المتفاعلة و الناتجة من التفاعل في أكثر من حالة لحالات المادة

مثال : $2NaHCO_{3(s)} \overset{\triangle}{\rightleftarrows} Na_2CO_{3(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$



الاتزان الكيميائي الديناميكي

ما المقصود بـ **الاتزان الكيميائي الديناميكي** :

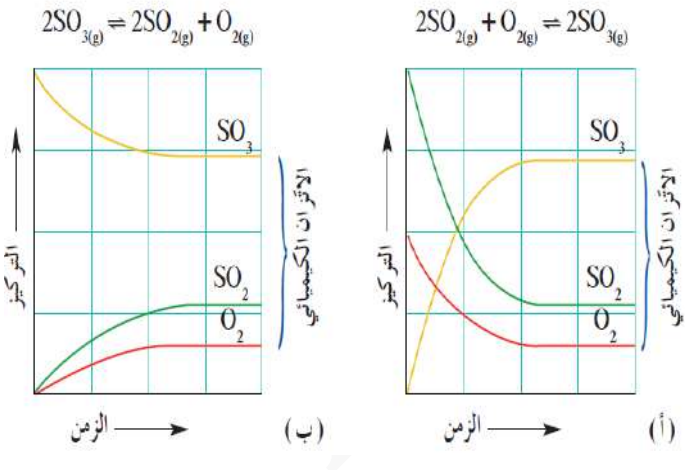
لو أخذنا تفاعلاً عكوساً $\rightleftarrows$ من بدايته سيكون تركيز المواد المتفاعلة في البداية مرتفعاً و تكون سرعة التفاعل اطردي (المباشر) أكبر ما يمكن ، و لكن بعد مرور فترة زمنية سيقل تركيز المتفاعلات و يزداد تركيز النواتج و عندها ستصبح سرعة التفاعل العكسي أكبر من سرعة التفاعل الطردي و يستمر التفاعل في الاتجاهين الى ان نصل الى وقتٍ تتساوى عنده سرعة التفاعل الطردي مع سرعة التفاعل العكسي و هنا يكون النظام قد وصل الى حالة نسميها بحالة الاتزان الديناميكي :

و هي حالة النظام التي يثبت فيها تراكيز المواد المتفاعلة و المواد الناتجة و بالتالي

تكون سرعة التفاعل الطردي مساوية لسرعة التفاعل العكسي طالما بقي النظام بعيداً عن أي مؤثر خارجي

لدينا علاقة تربط بين سرعة التفاعل الكيميائي و تركيزات المواد المتفاعلة ، و تعرفُ هذه العلاقة بـ **قانون فعل الكتلة** :

عندثبات درجةالحرارة تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي طردياً مع تراكيز المواد المتفاعلة كلٌ مرفوع الى أس يساوي عدد المولات امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة



ملاحظة هامة جداً جداً : بالرغم من **تساوي** معدل سرعة كلٍ من التفاعل الطردي و العكسي عند الاتزان

إلا أن تركيزكل من المواد المتفاعلة و الناتجة على جانبي المعادلة الكيميائية **لا يكون متساويا بالضرورة و لكنه يثبُت**



موضع الاتزان



ما هي مكونات موضع الاتزان لتفاعل ما ؟

التركيزات النسبية للمواد المتفاعلة و المواد الناتجة عند الاتزان

ملاحظة : تُسرع المادة المحفزةُ التفاعل الطردي و التفاعل العكسي بدرجة متساوية .

علل : تُسرع المادة المحفزةُ التفاعل الطردي و التفاعل العكسي بدرجة متساوية .

لأن التفاعل العكسي هو التفاعل المضاد تماماً للتفاعل الطردي

ما هي فائدة المادة المحفزة ؟

تقليل الفترة الزمنية للوصول الى الاتزان .

ثابت الاتزان Keq

عند الوصول الى حالة الاتزان لديناميكي نحصلُ على ثابت يسمى :

بـ ثابت الاتزان K_{eq} :

هو النسبة بين حاصل ضرب تراكيز المواد الناتجة من التفاعل الى حاصل ضرب تراكيز المواد المتفاعلة كل مرفوع الى أس يساوي عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة

أكتب المعادلة الرياضية لثابت الاتزان للمعادلة الكيميائية التالية $aA + bB \rightleftarrows cC + dD$

$$K_{eq} = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

ملاحظة هامة جداً جداً : ترتبط قيمة Keq للتفاعل بدرجة الحرارة ، أي تتغير بتغيرها

ملاحظة هامة جداً جداً : **هناك فرق بين ثابت الاتزان** Keq **و موضع الاتزان**

فقيمة ثابت الاتزان لا تتغير (ثابتة) أما موضع الاتزان ممكن أن يتغير لموضع جديد



أذكر فوائد و أهمية معرفة ثابت الاتزان Keq ؟

① معرفة تراكيز المواد عند الاتزان

② تحددُ أيَ من التفاعلات الطرية أو العكسية سيكون مفضلاً عند الاتزان.

③ تحددُ أيَ من المواد ستكون الأكثر تواجداً عند الاتزان (المواد الناتجة أم المواد المتفاعلة)

ملاحظة هامة جداً جداً : عندما تكون قيمة 1 〈 Keq تكون المواد الناتجة أكثر تواجداً من المواد المتفاعلة

(أي أن موضع الاتزان يُزاح في اتجاه تكوين المواد الناتجة " أي باتجاه التفاعل الطردي ")

ملاحظة هامة جداً جداً : عندما تكون قيمة 1 〉 Keq تكون المواد المتفاعلة أكثر تواجداً من المواد الناتجة

(أي أن موضع الاتزان يُزاح في اتجاه تكوين المواد المتفاعلة " أي باتجاه التفاعل العكسي ")

توضيح : ① يكون تكون المواد الناتجة **مفضلة** عندما يكون $K_{eq} \rangle 1$

② يكون تكون المواد المتفاعلة **مفضلة** عندما يكون $K_{eq} \langle 1$

ملاحظة : ثابت الاتزان للتفاعل العكسي يساوي مقلوب ثابت الاتزان للتفاعل الطردي $K_{eq} = \frac{1}{K_{eq}}$

كتابة عبارة ثابت الاتزان Keq

أولاً : في حالة الأنظمة المتجانسة (حيث جميع المواد فيها في الحالة الغازية او السائلة)

😀 مثال توضيحي ١ : عبرعن ثابت الاتزان بالمعادلة الرياضية للتفاعل الكيميائي التالي :

$$PCl_{5(g)} \rightleftarrows PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$$

$$K_{eq} = \frac{[PCl_3] \times [Cl_2]}{[PCl_5]}$$

مثال توضيحي ٢ : عبرعن ثابت الاتزان بالمعادلة الرياضية للتفاعل الكيميائي التالي :

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{3(g)}$$

$$K_{eq} = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \times [O_2]}$$

ثانياً : في حالة الأنظمة غير المتجانسة :

علل: لا يشمل تعبير ثابت الاتزان Keq المواد الصلبة .

لأن تركيزها ثابت لا يتغير و يساوي الواحد

علل : لا يشمل تعبير ثابت الاتزان Keq الماء في الحالة السائلة .

لأنه يعمل كمذيب و بالتالي يكون تركيزه ثابت و يساوي الواحد

مثال ١ : عبر عن ثابت الاتزان Keq بالمعادلة الرياضية للتفاعلات التالية :

$$2NaHCO_{3(s)} \rightleftarrows Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$$

$$K_{eq} = [H_2O] \times [CO_2]$$

مثال ٢ :

$$CaCO_{3(s)} \rightleftarrows Ca_2O_{(s)} + CO_{2(g)}$$

$$K_{eq} = [CO_2]$$

مثال ٣ :

$$HNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows NO_{3(aq)}^{-} + H_3O_{(aq)}^{+}$$

$$K_{eq} = \frac{[NO_3^-] \times [H_3O^+]}{[HNO_3]}$$

مسألة : أعطى تحليل خليط في حالة اتزان مكون من النيتروجين و الهيدروجين و الامونيا ، و موجود في دورق سعته 1 L ، النتائج التالية : هيدروجين 0.15 mol ، نيتروجين 0.25 mol ، امونيا 0.1 mol ، احسب ثابت الاتزان K_{eq} لهذا التفاعل

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$$

.....

.....

العوامل التي تؤثر في الاتزان الكيميائي

التركيز | **درجة الحرارة** | **الضغط**

ما هو نص : **مبدأ لوشاتليه**

اذا حدث تغير في احد العوامل التي تؤثر في نظام متزن ديناميكياً يعدل النظام نفسه الى حالة اتزان جديدة ، بحيث يبطل أو يقلل من تأثير هذا التغير



ملاحظة : تشمل العوامل السابقة :

① التغيرات في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة .

② التغيرات في درجة الحرارة و الضغط

ملاحظة : تكون إزاحة موضع الاتزان تعويضاً عن الاختلال الذي سببه التغير في أيٍ من العوامل

☜ ما هي العوامل التي تؤثر في الاتزان الكيميائي ؟

التركيز

تمهيد : يُسبب تغير أي كمية أو تركيز لمادة متفاعلة أو ناتجة اختلال في اتزان النظام ، وهنا سيُعدل النظام نفسه ليقلل من تأثير هذا التغير .

مثال :

$$H_2CO_{3(aq)} \underset{\text{يؤدي اضافة } CO_2 \text{ لانزياح موضع الاتزان}}{\overset{\text{يؤدي ازالة } CO_2 \text{ لانزياح موضع الاتزان}}{\rightleftharpoons}} CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

1 % 99 %

- عن اضافة المزيد من غاز ثاني أكسيد الكربون (مادة ناتجة) الى التفاعل : يختل الاتزان و عندها سيزاح موضع الاتزان باتجاه التفاعل العكسي) بهدف استهلاك كمية CO المضافة لكي يصل الاتزان الى حالة جديدة
- أما عند تقليل تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون يحدث العكس حيث ينزاح موضع الاتزان باتجاه اليمين أي باتجاه التفاعل الطردي بهدف تعويض النقص في كمية CO_2 أي سيزداد تفكك H_2CO_3

درجة الحرارة

تمهيد : يؤدي ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة على موضع اتزان التفاعل الكيميائي

و هو العامل الوحيد الذي يغير قيمة ثابت الاتزان .

نوع التفاعلات	قيمة التغير الحراري $\triangle H$
تفاعلات طاردة للحرارة	**سالبة** $\triangle H < 0$
تفاعلات ماصة للحرارة	**موجبة** $\triangle H > 0$
تفاعلات لا حرارية	**لا تغير حراري** $\triangle H = 0$

مثال :

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)} + \text{حرارة}$$

يؤدي التبريد لانزياح موضع الاتزان

يؤدي التسخين لانزياح موضع الاتزان

ملاحظة : تم اعتبار الحرارة في التفاعلات السابقة كإحدى المواد الناتجة

الضغط

توضيح : يؤثر الضغط على **المواد الغازية** عندما يكون هناك **اختلاف في عدد مولات** المواد المتفاعلة و الناتجة على كل من جانبي المعادلة .

مثال توضيحي : لدينا التفاعل التالي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

- عند زيادة الضغط في التفاعل السابق سيميل التفاعل الى تخفيف الضغط الزائد عليه من خلال تقليل عدد جزيئات الغاز في وسط التفاعل أي من خلال تكوين جزيئات من الغاز الناتج .
- أما في حالة نقص أو تقليل الضغط سيميل النظام الى زيادة عدد الجزيئات الغازية (المواد المتفاعلة) في وسط التفاعل حيث سيحدث تفكك جزيئي للأمونيا لتتكون اربعة جزيئات من المواد المتفاعلة .

ملاحظة هامة : قيمة Keq للتفاعل المتزن ترتبط بدرجة الحرارة أي تتغير بتغيرها و لا تتغير قيمة Keq بتغير كل من الضغط و التركيز

في النظام المتزن التالي : $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)} + 113\ KJ$

وضح تأثيركل مما يلي على الاتجاه الذي يُزاح إليه موضع الاتزان

١ ﴿ تقليل تركيز الأكسجين :
----
٢ ﴿ إضافة المزيد من NO_2 :
----
٣ ﴿ تقليل حجم الوعاء :
----
٤ ﴿ إضافة المزيد من NO :
----
٥ ﴿ تقليل الضغط :
----
٦ ﴿ خفض درجة الحرارة :

ماذا يحدُثُ **لقيمة ثابت الاتزان** (K_{eq}) ولكمية (PCl_5) في التفاعل التالي :

$PCl_{5(g)} + 120\ KJ \rightleftarrows PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$

في الحالات التالية :

١ ﴿ رفع درجة حرارة التفاعل :
----
٢ ﴿ زيادة الضغط المؤثرعلى النظام :
----
٣ ﴿ زيادة حجم الوعاء :
----
٤ ﴿ زيادة تركيزغاز الكلور :
----
٥ ﴿ خفض درجة حرارة التفاعل :
----
٦ ﴿ سحب غاز(PCl_3) المتكون باستمرار :



الأحماض و القواعد Acids and Bases



الدرس الأول (١ - ١) وصف الأحماض و القواعد

الخواصُ العامةُ للأحـمـــــاضِ	الخواصُ العامةُ للقـــواعـــدِ
① طعمها لاذع	① طعمها مر و ملمسها زلق
② تُغيرلون بعض الأدلة (تُحمرُ ورقة تباع الشمس ذات اللون الأزرق)	② تغيرلون بعض الأدلة (تُزرق ورقة تباع الشمس ذات اللون الأحمر)
③ يمكن أن تكون محاليلها إلكتروليتات قوية أو ضعيفة	③ يمكن أن تكون محاليلها إلكتروليتات قوية أو ضعيفة
④ تستخدمُ الأحماضُ والقواعد في الكثير من العمليات الصناعية مثل إعداد الخل والمشروبات الغازية والأقراص المضادة للحموضة وصناعة بطاريات السيارات ومواد التنظيف المنزلية	④ تستخدمُ في صناعةِ المنظفات
⑤ يحتاج جسم الإنسان إلى الأحماض والقواعد ليقوم بوظائفه الحيوية على أكمل وجه	⑤ يستخدم حليب المغنيسيا (معلق من هيدروكسيد المغنسيوم في الماء) وهو قاعدة لمعالجة زيادة حموضة المعدة
⑥ يتفاعل الكثير من الفلزات مثل الخارصين Zn و المغنسيوم Mg مع المحاليل المائية للأحماض لتعطى غاز الهيدروجين و تتفاعل الاحماض أيضاً مع القواعد لتكوين ماء و ملح	⑥ تتفاعل القواعد مع الأحماض لتكوين ماء و ملح

نظريات الأحماض و القواعد

أرهينيوس — برونستد - لوري — لويس

	الحمض	القاعدة
أهينيـــوس	يعطي (يُنتج) H^+	تُنتج OH^-
برونستد – لوري	يُعطي H^+	تستقبل H^+
لـــويس	يستقبل زوج من الالكترونات	تُعطي زوج من الالكترونات

أحماض و قواعد أرهينيوس

أحماض أرهينيوس	قواعد أرهينيوس
هي مركبات تحتوي على هيدروجين و تتأين لتعطي كاتيون الهيدروجين H^+ في المحلول المائي	هي مركبات تتأين لتعطي أنيونات الهيدروكسيد OH^- في المحلول المائي

ملاحظة هامة : (**يجب أن يكون المركب ذواباً في الماء حتى تطبق عليه نظرية أرهينيوس**)

تنقسم الأحماض حسب عدد البروتونات التي تعطيها في المحلول الى:

أحماض أحادية البروتون	أحماض ثنائية البروتون	أحماض ثلاثية البروتون
هي الأحماض التي تحتوى على ذرة هيدروجين واحدة قابلة للتأين	هي الأحماض التي تحتوي على ذرتي هيدروجين قابلتين للتأين	هي الأحماض التي تحتوى على ثلاث ذرات هيدروجين قابلة للتأين
HCl	H_2SO_4	H_3PO_4
HNO_3	H_2CO_3	
CH_3COOH		

مُلاحظات :

علل يعتبر حمض الاسيتيك (CH_3COOH) يعتبر حمضاً أحادي البروتون

لأن حمض الاسيتيك CH_3COOH يحتوي على ذرة هيدروجين واحدة متصلة بذرة أكسجين ذات السالبية الكهربية العالية و لذلك تكون قابلة للتأين في حين أن ذرات الهيدروجين الثلاث الأخرى تتصل بذرة الكربون بروابط قطبية ضعيفة و بالتالي تكون غير قابلة للتأين

علل لا يعتبر الميثان CH_4 من الأحماض رغم احتوائه على أربع ذرات هيدروجين

لأن ذرات الهيدروجين الأربع في مركب الميثان CH_4 مرتبطة بذرة الكربون $C-H$ بروابط قطبية ضعيفة وبالتالي لا يحتوى الميثان على ذرات هيدروجين قابلة للتأين (لا يذوب في الماء)

تَحضيرُ بعضِ الـقــواعِــدِ الشائعة

① هيدروكسيد الصوديوم NaOH أكثر القواعد شيوعاً ينتج هذا المركب من خلال :

تفاعل الصوديوم مع الماء $2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

تفاعل أكسيد الصوديوم مع الماء $Na_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)}$

يُستخدمُ هيدروكسيد الصوديوم في تحضير المنتجات المنزلية المستخدمة في تسليك البالوعات و تنظيفها

يعتبر كل من هيدروكسيد الصوديوم و هيدروكسيد البوتاسيوم مواد صلبة أيونية تذوب في الماء .

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

وجهُ المقارنةِ	هيدروكسيدات المجموعة 1A	هيدروكسيدات المجموعة 2A
أمثلة	NaOH	$Ca(OH)_2$
	KOH	$Mg(OH)_2$
الذوبانية في الماء	مرتفعة	منخفضة
تركيز أنيون الهيدروكسيد OH^- (مرتفع - منخفض)	مرتفع	منخفض
محاليلها	مركزة	مخففة

علل : المحاليل القلوية لهيدروكسيدات عناصر المجموعة 1A يجب غسلها وإزالتها عن الجلد بالماء في حال لمسها أو انسكابها

لأن تلك المحاليل القاعدية تسبب ألما شديد وتآكلاً للجلد نظر إلى خواصها الكاوية للجلد و لا يلتئم الجرح الذي تسببه بسرعة لذلك يجب غسلها جيد

علل: يمكن تحضير محاليل مركزة من هيدروكسيدات فلزات المجموعة 1A (مثل هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم)

لأن ذوبانيتها في الماء عالية

علل : لا يمكن تحضير محاليل مركزة من هيدروكسيدات فلزات المجموعة 2A (مثل هيدروكسيد المغنيسيوم أو الكالسيوم)

لأن ذوبانيتها في الماء منخفضة جدا

ملاحظة : كلما زادت ذوبانية القاعدة في الماء زادت قوتها و زاد تركيز OH^- في محلولها المائي

قُصور نظريةِ أرهينيوس للأحماض و القواعد

① نظرية أرهينيوس محصورة **بالمحاليل المائية** فقط حيث أنها لم تفسر حالة المحاليل غير المائية

② بعض المركبات لا تحتوي على مجموعات الهيدروكسيد مثل الأمونيا (NH_3) عند ذوبانها في الماء تنتج محاليل مائية قاعدية

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(I)} \rightleftarrows NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

وكذلك أسيتات الصوديوم (CH_3COONa) عند ذوبانها في الماء تنتج محاليل مائية قاعدية

$$CH_3COO^-{}_{(aq)} + H_2O_{(I)} \rightleftarrows OH^-{}_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)}$$

وكذالك كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) عند ذوبانها في الماء تنتج محاليل مائية قاعدية

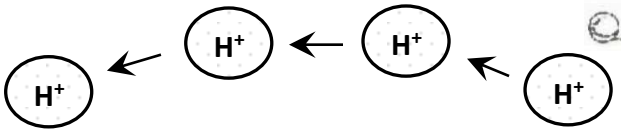
③ بعض المركبات لا تحتوي على كاتيونات الهيدروجين H^+ مثل كلوريد الأمونيوم NH_4CI

وغاز (CO_2) و لكنها تُنتجُ محلولاً حمضياً عند ذوبانها في الماء .

$$NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(I)} \rightleftarrows H_3O^+{}_{(aq)} + NH_{3(g)}$$

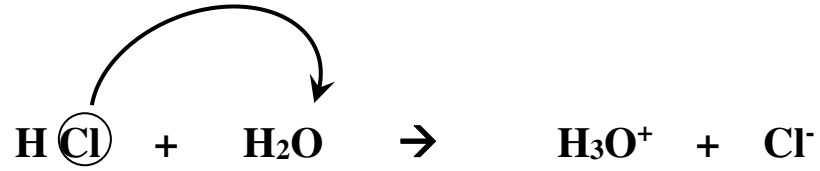
نظرية برونستد - لوري للأحماض و القواعد





أحماض برونستد - لوري	قواعد برونستد - لوري
هي المادة (جزئ أو ايون) التي تعطى كاتيون هيدروجين H^+ (بروتون) في المحلول و تسمى معطي بروتون	هي المادة (جزئ أو أيون) التي تستقبل كاتيون هيدروجين H^+ (بروتون) في المحول وتسمى مستقبل بروتون

يُمكنُ حُدوثُ التفاعل بين حمض وقاعدة عند انتقال البروتون من الحمض واستقبال القاعدة له



الأزواج المترافقة

عندما يفقد الحمض بروتونه (H^+) يتحول إلى قاعدة مر افقة

وعندما تستقبل القاعدة البروتون من الحمض تصبح حمضاً مر افقاً.

الحمض المرافق

هو الجزء الناتج من القاعدة بعد استقبال البروتون

وهو أكثر من قاعدتها المر افقة بذرة هيدروجين واحدة

(أو ما تبقى من القاعدة بعد استقبال بروتون)

القاعدة المرافقة

هي الجزء المتبقي من الحمض بعد فقد البروتون

وهي أقل من حمضها المر افق بذرة هيدروجين واحدة

الـــزوج المترافق : هو كل حمض و قاعدته المرافقة ، أو كل قاعدة و حمضها المرافق

زوج مترافق

حمض	+	قاعدة	⇄	حمض مرافق	+	قاعدة مرافقة
HBr	+	H_2O	⇄	H_3O^+	+	Br^-
H_2O	+	NH_3	⇄	NH_4^+	+	OH^-
H_2SO_4	+	H_2O	⇄	H_3O^+	+	HSO_4^-
$H_2PO_4^-$	+	H_2O	⇄	H_3O^+	+	HPO_4^{2-}

زوج مترافق

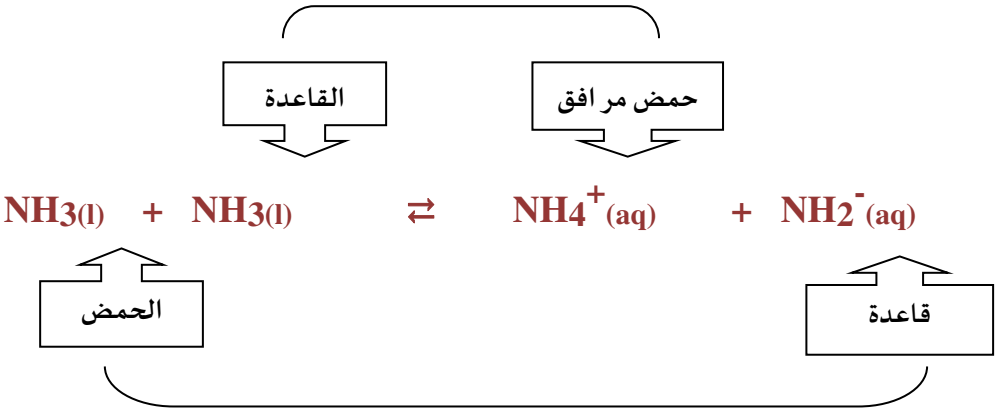
الحمض	القاعدة المرافقة
HCl	Cl^-
H_3O^+	H_2O
H_2SO_4	HSO_4^-
HSO_4^-	SO_4^{2-}
H_2CO_3	HCO_3^-
HCO_3^-	CO_{32}^-
CH_3COOH	CH_3COO^-
H_2O	OH^-
NH_4^+	NH_3

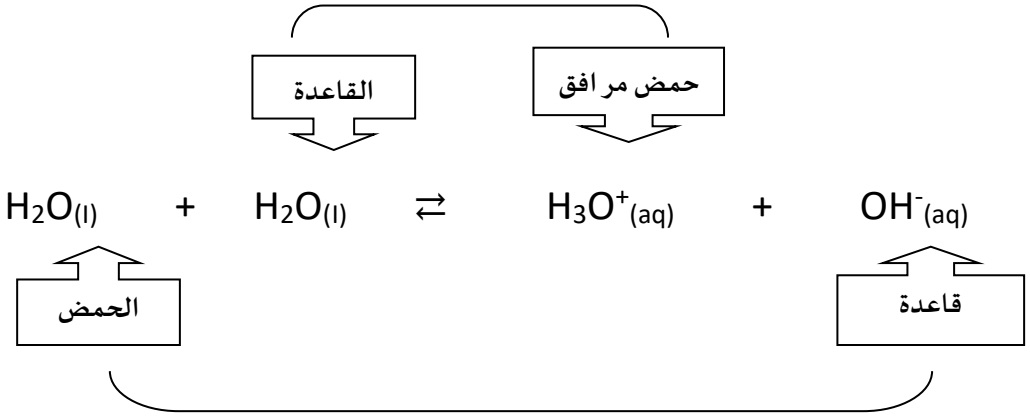
المواد المترددة :

بعض المواد يمكن أن تتأين ذاتياً مثل الماء و الأمونيا و في هذه الحالة يسلك جزء منها كحمض بينما يسلك الجزء الآخر

كقاعدة وتسمى هذه المواد بالمواد المترددة

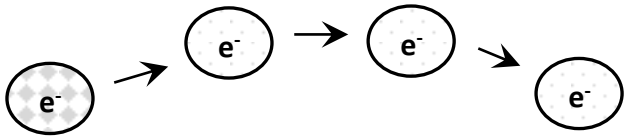
و هي المواد التي تسلك كحمض عندما تتفاعل مع القواعد ، وتسلك كقاعدة عندما تتفاعل مع الحمض





أحماض و قواعد لويس

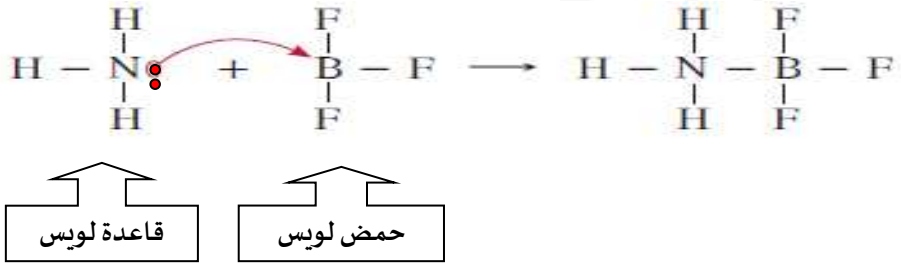




حمض لويس	قاعدة لويس
هو المادة التي لها القدرة على استقبال زوج من الإلكترونات الحرة	هي الجزيئات أو الأيونات التي لها قدرة على إعطاء (منح) زوج من الإلكترونات الحرة

تتفاعل قاعدة لويس مع حمض لويس على النحو التالي :

حمض + قاعدة ← مركب معقد ذو رابطة تناسقية (متراكب)



	أمثلة على أحماض لويس	أمثلة على قواعد لويس
١	جُزي مُتعادل فيه ذرة لم تطبق قاعدة الثمانية(BF_3 , $AlCl_3$)	جُزئ مُتعادل فيه ذرة لديها زوج من الالكترونات الحرة (مثل NH_3 ، H_2O)
٢	الأيونات الموجبة (الكاتيونات) Al^{3+} , Ni^{2+} , CO^{2+} , Ag^{+} حيث أن لها رغبة في اكتساب الالكترونات	الأيونات السالبية حيث أن عندها القدرة على منح الالكترونات (مثل HSO_4^- , CO_3^{2-} , CN^-)
٣	جُزئ به رابطة تساهمية ثُنائية به ذرتين مُختلفتين بالسالبية الكهربائية [مثل (SO_3) ، (CO_2 ☜ O = C = O)]	المركبات العضوية التي تحتوي على رابطة تساهمية ثنائية (مثل غاز الايثين $H_2C = CH_2$)

مُميزاتُ نظريةِ لويس عن نظريةِ أرهينيوس ونظرية برونستد – لوري

① اعتبر لويس أن الحمض هو المادة القادرة على أن تستقبل الإلكترونات التي تعطيها القاعدة .

② استخدم لويس زوجاً من الإلكترونات الحرة بدلاً من البروتون لتكوين الرابطة التساهمية

لذلك أضاف تعريف لويس عدداً من المركبات الأخرى التي تسمى أحماض لويس .

ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لأنسب اجابة صحيحة تكمل بها العبارات التالية :

١) **تتميز الاحماض بالخواص التالية ، عدا خاصية واحدة منها ، و هي :**

- ☐ تُحمر ورقة عباد الشمس
- ☐ لها طعم لاذع
- ☑ لا تتفاعل مع الفلزات القلوية
- ☐ مركبات تحتوي على هيدروجين يتأين في المحلول

٢) **احد المركبات التالية يُمكن اعتباره حمض بمفهوم أرهينيوس :**

- ☐ NH_3
- ☐ CH_4
- ☐ LiH
- ☑ H_2S

٣) **الحمض حسب مفهوم برونستد لوري في التفاعل التالي : $NH_3 + H_3O^+ \rightleftarrows H_2O + NH_4^+$ هو :**

- ☐ NH_3
- ☐ H_3O^+
- ☐ H_2O
- ☑ NH_4^+

٤) **أحد الأزواج التالية لا يُكونُ زوج مترافق حسب مفهوم برونستد لوري للأحماض و القواعد :**

- ☐ NH_3 , NH_4^+
- ☑ $NaOH$, OH^-
- ☐ H_2O , OH^-
- ☐ HS^- , H_2S

٥) **في التفاعل التالي : $HF_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows F^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ الحمض المرافق هو :**

- ☐ HF
- ☑ H_3O^+
- ☐ H_2O
- ☐ F^-

٦) **الصيغةُ الكيميائية للقاعدة المرافقة للماء هي :**

- ☑ OH^-
- ☐ O^{2-}
- ☐ H_3O^+
- ☐ OH

٧) **في التفاعل التالي : $HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$**

- ☑ يُعتبرُ أيون الهيدرونيوم حمضاً مر افقاً للماء
- ☐ يُعتبرُ الماء حِمضاً مُر افقاً لكاتيون الهيدرونيوم
- ☐ يُعتبر أيون الكلوريد قاعدة مُر افقة لأيون الهيدرونيوم
- ☐ يُعتبر HCl قاعدة مُر افقة لأيون الكلوريد

٨ ﴾ أحد الأنواع التالية لا يُعتبرُ حمضا حسب تعريف بُرونستد لوري ، و هو :

☐ Ag^+ ☐ H_2O ☐ NH_4^+ ☐ HSO_4^-

٩ ﴾ في التفاعل التالي $Ag^+ + 2 : NH_3 \rightarrow [\, Ag (: NH_3)_2 \,]^+$

☑ يُعتبر كاتيون الفضة حمض لويس ☐ تُعتبرُ الأمونيا حمض لويس

☐ يُعتبر كاتيون الفضة قاعدة لويس ☐ يرتبط كاتيون الفضة مع الأمونيا بر ابطة أيونية

10 ﴾ في التفاعل التالي أحد الأنواع التالية يُعتبرُ حمضا حسب مفهوم لويس فقط :

☑ BF_3 ☐ H_2O ☐ KOH ☐ NH_4Cl

١١ ﴾ القاعدة حسب مفهوم لويس هي النوع الذي :

☐ يفقد بروتوناً ☐ يستقبل بروتوناً

☐ يستقبل زوج من الالكترونات لتكوين رابطة تساهمية ☐ يعطي زوج من الالكترونات لتكوين رابطة تساهمية

١٣ ﴾ العبارة الصحيحة من العبارات التالية هي :

☑ حمض لويس له القدرة على اكتساب زوج أو أكثر من الالكترونات ☐ قاعدة برونستد – لوري لها القدرة على فقد بروتون أو أكثر

☐ قاعدة لويس لها القدرة على اكتساب زوج أو أكثر من الالكترونات ☐ حمض برونستد – لوري له القدرة على اكتساب بروتون أو أكثر

علل لما يلي تعليلاً علمًا صحيحًا :

١ ﴾ الأمونيا تُعتبر قاعدة حسب نظرية برونستد – لوري لأنها تستطيع استقبال بروتون

٢ ﴾ يسلُك الماء سلوكاً مُترددا حسب تعريف برونستد – لوري

لأنه يستطيع فقد أو استقبال بروتون و بالتالي يسلُكُ سلوك الحمض و القاعدة معا

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

٣ ﴾ في التفاعل التالي $H_3N : BF_3 \rightarrow H_3N + BF_3$ تُعتبرُ الأمونيا قاعدة لويس ، بينما يُعتبرُ ثالث فلوريد البورون حمض لويس

لأن الأمونيا تُعطي زوج من الالكترونات بينما ثالث فلوريد البورون يستقبل زوج من الالكترونات

٤ ﴾ لا يعتبر ثالث فلوريد البورون حمضاً بحسب برونستد – لوري ، لكنه يُعتبر من أحماض لويس :

لأنه لا يستطيع فقد بُروتون لكنه يستطيع استقبال زوج من الالكترونات

الدرس الثاني (١-٢) تسمية الأحماض و القواعد

الأحَماضُ الثنائيةُ (غير الأكسجينية) HA

هي أحماض تتكون من عنصرين فقط الهيدروجين و عنصر لافلزي أكثر سالبيه كهربائية

طريقة التسمية : كلمة حمض + هيدرو + اسم العنصر (A) + المقطع يك			
صيغة الحمض	اسم الحمض	العنصر A	اسم العنصر A
HCl	حمض الهيدروكلوريك	Cl	
HF	حمض الهيدروفلوريك	F	
HBr		Br	
HI		I	
H_2S		S	

الاحماض الثلاثية (الأكسجينية)

$H_a X_b O_c$

هي أحماض تتكون من ثلاثة عناصر هي الهيدروجين و الأكسجين و عنصر ثالث (لافلز) يسمي بالذرة المركزية

◈ مُلاحظةٌ : يكونُ العنصرُ x عادةً عنصراً لا فلزياً ويمكنُ أن يكونُ في بعضِ الأحيانِ عنصراً فلزياً

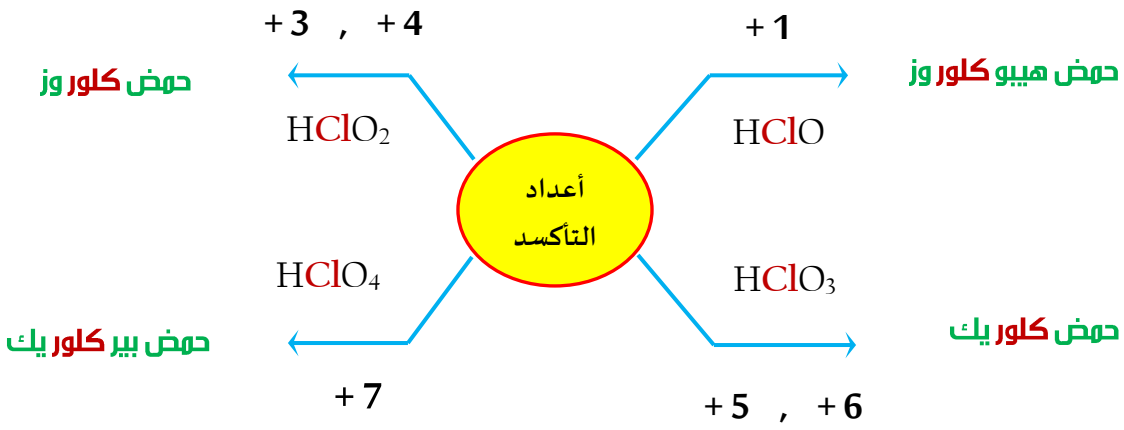
من الفلزاتِ الانتقاليةِ حيث يكون عدد تأكسده مرتفعاً مثل Mn^{+7} , Mn^{+6} , Cr^{+6}

X	عدد التأكسد
الهالوجينات	+1 , +3 , +5 , +7
عنصر الكبريت S	+4 , +6
عنصر النيتروجين N	+3 , +5
عنصر الفوسفور P	+3 , +5
عنصر الكربون C	+4

تَسميةُ الأحماضِ الثُلاثيةُ (الأُكسجينية) $H_a X_b O_c$

نَعتمدُ في تَسميةِ الأحماضِ الثُلاثيةِ على معرفة عدد تأكسُدِ الذرةِ المركزيةِ حيث سنستَفيدُ مِن الجدول التالي :

اذا كان عددُ تأكسُدِ الذرةِ المركزيةِ		المقطعُ الأولُ	المقطعُ المتوسطُ	المقطعُ الأخيرُ
+ 1		هيبو	اسم الذرة المركزية	وز
+ 4	+3	—	اسم الذرة المركزية	وز
+ 6	+ 5	—	اسم الذرة المركزية	يك
+ 7		بير	اسم الذرة المركزية	يك



[حالةٌ خاصةٌ] تُكونُ ذرة الكربون حمض أكسجيني واحدا (و هو حمض الكربونيك)
حمض الكربونيك H_2CO_3

تسمية القواعد : اسم الكاتيون + اسم الانيون



أكمل الجدول التالي:

اسمُ القاعدةِ	صيغةُ القاعدةِ	اسمُ الحمضِ	صيغةُ الحمضِ
هيدروكسيد الباريوم	$Ba(OH)_2$	حمض الهيبو بروموز	$HBrO$
	$RbOH$	حمض البروموز	$HBrO_2$
	$Ca(OH)_2$		$HBrO_3$
	$Al(OH)_3$		$HBrO_4$
هيدروكسيد الحديد II	$Fe(OH)_2$		H_2CO_3
	$LiOH$		H_2CrO_4
هيدروكسيد البريليوم			H_2SO_3
هيدروكسيد النحاس I		حمض النيتريك	
	$NaOH$	حمض الكبريتيك	
	KOH		H_3PO_4

كاتيونات الهيدروجين و الحموضة

التأين الذاتي للماء : التفاعل الذى يحدث بين جزيئي ماء لإنتاج كاتيون هيدرونيوم وأنيون هيدروكسيد

$$\underline{H_2O} + \underline{H_2O} \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

جزئ ماء جزئ ماء كاتيون هيدرونيوم أنيون هيدروكسيد

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

يُطلقُ على أيوناتِ الهيدروجينِ فى المحلول المائي اسم بروتونات أو كاتيونات هيدروجين أو كاتيونات هيدرونيوم

ثابتُ تأينِ الماءِ أو (الحاصل الأيوني K_w)	حاصلُ ضربِ تركيزي كاتيونات الهيدرونيوم وأنيونات الهيدروكسيد فى الماء عند 25°C $K_w = [H_3O^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$
المحلولُ المتعادلُ	هو المحلول الذي يتساوى فيه تركيز $[H_3O^+]$ = $[OH^-]$ و = $1 \times 10^{-7}M$ عند 25°C
المحلولُ الحمضيُ	هو المحلول الذي يكون فيه تركيز $[H_3O^+] > [OH^-]$ ويكون $[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7}M$ عند 25°C
المحلولُ القاعديُ	هو المحلول الذي يكون فيه تركيز $[H_3O^+] < [OH^-]$ ويكون $[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7}M$ عند 25°C

(محلول حمضي) $HCL_{(g)} + H_2O_{(I)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + CL^-_{(aq)}$

(محلول قاعدي) $NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

ملاحظة : في جميع المحاليل المائية :

يكونُ حاصلُ ضربِ تركيزِ كاتيونِ الهيدرونيوم و تركيز أنيون الهيدروكسيد عندَ درجةِ حرارةِ 25°C

$$K_w = [H_3O^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

مسألة ١ : إذا كان تركيز أنيون الهيدروكسيد في محلول مائي يساوي 1×10^{-3} M فما هو تركيز كاتيون الهيدرونيوم في المحلول ؟وهل المحلول حمضي أم قاعدي أم متعادل ؟

الحل :

$$K_w = [H_3O^+] \times [OH^-]$$

$$1 \times 10^{-14} = [H_3O^+] \times [1 \times 10^{-3}]$$

$$[H_3O^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^{-11} \text{ M}$$

بما أن $[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7}$ اذاً المحلول قاعدي

مسألة ٢ : صنف المحاليل التالية الى حمضية وقاعدية ومتعادلة : -

$[OH^-] = 1 \times 10^{-7}$ M	$[OH^-] = 3 \times 10^{-2}$ M	$[H_3O^+] = 2 \times 10^{-7}$M	$[H_3O^+] = 6 \times 10^{-10}$ M

ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لأنسب اجابة صحيحة تكمل بها العبارات التالية :

١ ﴿ **في محلول حمض النيتريك** (HNO_3) **الذي درجة حرارته** (25 °C) **يكون** :

☑ تركيز كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ أكبر من 1×10^{-7} M ☐ تركيز كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ أقل من 1×10^{-7} M

☐ تركيز أنيون الهيدروكسيد OH^- أكبر من 1×10^{-7} M ☐ تركيز كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ يساوي 1×10^{-7} M

٢ ﴿ **إذا كانت قيمة تركيز كاتيون الهيدرونيوم في الماء المقطر يساوي** (2.5×10^{-7}) **فإن تركيز أنيون الهيدروكسيد** :

☐ يساوي **4×10^{-8} M** ☐ يساوي 2.5×10^{-7} M

☐ أكبر من **2.5×10^{-7} M** ☐ يساوي 1×10^{-14} M

٣ ﴿ **المحلول الحمضي من بين المحاليل التالية التي درجة حرارتها** (25 °C) **يكون فيه تركيز** :

☐ كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ **1×10^{-7} M** ☐ كاتيون الهيدرونيوم H_3O^+ 2×10^{-12} M

☑ أنيون الهيدروكسيد OH^- 2×10^{-12} M ☐ أنيون الهيدروكسيد OH^- **1×10^{-2} M**

📖 ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة و علامة (×) أمام العبارة الغير صحيحة لكل من العبارات التالية :

١ ﴿ ثابت تاين الماء (K_w) مقدار ثابت يساوي (1×10^{-14}) عند جميع درجات الحرارة [ ]

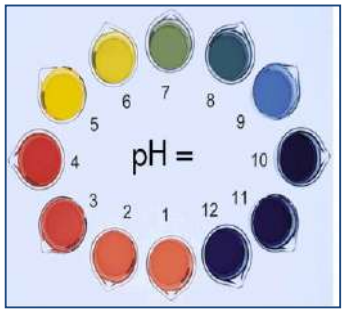
٢ ﴿ في المحول المائي لحمض النيتريك HNO_3 يكون تركيز أنيون الهيدروكسيد أكبر من 1×10^{-7} M عند (25 °C) [ ]

٣ ﴿ في محلول الأمونيا يكون تركيز كاتيون الهيدرونيوم أقل من تركيز أنيون الهيدروكسيد [ ]

٤ ﴿ في الماء المقطر يكون تركيز كاتيون الهيدروجين يساوي تركيز أنيون الهيدروكسيد عند أي درجة حرارة [ ]

٥ ﴿ إذا كان تركيز كاتيون الهيدروجين [H^+] في الماء النقي عند (40 °C) يساوي 1.7×10^{-7} M فإن ثابت تأين الماء يساوي 2.89×10^{-14} [ ]

٦ ﴿ المحلول المائي الذي تركيز أنيون الهيدروكسيد فيه 1.7×10^{-8} M عند (25 °C) يُحمر ورقة تباع الشمس [ ]



ما هو الأس الهيدروجيني pH

يُستخدمُ الأُسُ الهيدروجينيُ بدلاً من التركيز المولاري للتعبيرِ عن تركيزِ كاتيون $[H_3O^+]$

يتراوحُ الأس الهيدروجيني بين (0 - 14) ☚ (تكون pH = 7 للمحاليل المتعادلة)

(**تكون** pH = **صفر للمحاليل الحمضية القوية جداً**) (**تكون** pH = 14 **للمحاليل القلوية القوية جداً**)

الأسُ الهيدروجينيُ pH	هي القيمةُ السالبةُ للوغاريتم العشري لتركيز كاتيون $[H_3O^+]$	$pH = -\log [H_3O^+]$
الأسُ الهيدروكسيديُ pOH	هي القيمةُ السالبةُ للوغاريتم العشري لتركيز أنيون $[OH^-]$	$pOH = -\log [OH^-]$

pOH	عند (25°C)	pH	$[H_3O^+]$
pOH = 7	محلول متعادل	pH = 7	$[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7}$ M
pOH > 7	محلول حمضي	pH < 7	$[H_3O^+] > 1 \times 10^{-7}$ M
pOH < 7	محلول قاعدي	pH > 7	$[H_3O^+] < 1 \times 10^{-7}$ M

$pH = -\log [H_3O^+]$

$pOH = -\log [OH^-]$

العلاقةُ بين pH و pOH

$pH + pOH = 14$

$pH = 14 - pOH$

$pOH = 14 - pH$

$[H_3O^+] = 10^{-pH}$

$[OH^-] = 10^{-pOH}$

ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة و علامة (×) أمام العبارة الغير صحيحة لكل من العبارات التالية :

١ ﴿ زجاجة ماء كُتب عليها الأس الهيدروجيني (pH = 7.2) فهذا يعني أن الماء فيها قلوي التأثير [ ]

٢ ﴿ عينة من أحد المنظفات ، قيمة الاس الهيدروكسيدي (pOH = 5) عند (25 °C) ، فإن قيمة الاس الهيدروجيني (pH) لهذه العينة تساوي (9) [ ]

٣ ﴿ في جميع المحاليل المائية **pH + pOH = 14** عند (25 °C) [ ]

٤ ﴿ تزداد حمضية المحاليل بزيادة الأس الهيدروجيني (pH) لها [ ]

ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لأنسب اجابة صحيحة تكمل بها العبارات التالية :

١ ﴿ **حاصل جمع** (pH ، pOH) **يساوي** 14 **عند** (25 °C) :

☐ للمحاليل الحمضية فقط ☐ للمحاليل القلوية فقط

☐ للمحاليل المتعادلة فقط ☑ لجميع المحاليل المائية

٢ ﴿ **إذا كان تركيز أنيون الهيدروكسيد في محلول مائي يساوي** (1×10^{-5}) **عند** (25 °C) :

☐ الأس الهيدروجيني للمحلول يساوي 5 و المحلول قلوي ☐ الأس الهيدروجيني للمحلول يساوي 5 و المحلول متعادل

☐ الأس الهيدروجيني للمحلول يساوي 9 و المحلول قلوي ☐ الأس الهيدروكسيدي للمحلول يساوي 9 و المحلول قلوي

٣ ﴿ **المحلول الأكثر حمضية من بين المحاليل التالية عند** (25 °C) :

☐ الأس الهيدروجيني له 12 ☐ الأس الهيدروكسيدي له 3.5

☐ تركيز كاتيون الهيدرونيوم فيه 1×10^{-7} M ☐ تركيز أنيون الهيدروكسيد فيه 1×10^{-2} M

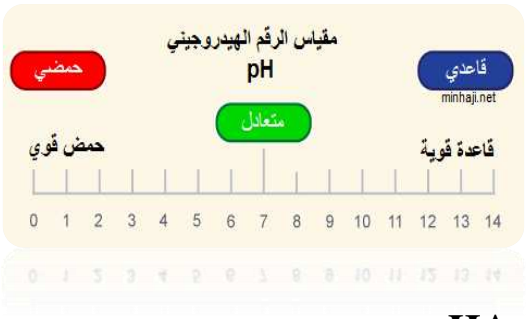
٤ ﴿ **قيمة الأس الهيدروجيني** pH **لمحلول حمض** HCl **الذي تركيزه** 0.0001 M :

☐ **1** ☐ **10**

☐ **3** ☐ **4**

علل : الماء النقي يُعتبرُ مُتعادلاً عند جميع درجات الحرارة

لأن تركيز $[H_3O^+] = [OH^-]$



قوة الأحماض و القواعد

مقدمة : المعادلةُ العامةُ لتأين حمض ما في الماء هي :-

$$HA_{(aq)} + H_2O_{(I)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

بالنسبة للحمض القوي نجدُ أنه يُنتجُ أكبرَكميةٍ من كاتيوناتِ الهيدرونيوم (H_3O^+)

أوكاتيوناتِ الهيدروجين (H^+) أي درجة تأينه كبيرة مثل حمض الهيدروكلوريك

الأحماضُ القويةُ	هي الأحماض التي تتأين بشكل تام في المحلول المائي و لا وجود لحالة إتزان له لأن التفاعل طردي فقط
حيث يتحول الحمض كلياً إلى **قاعدته المرافقة** و يصبح تركيز الحمض غير المتأين HA يساوى **صفر** $HCI_{(g)} + H_2O_{(I)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + CI^-_{(aq)}$	
الأحماض الضعيفةُ	هي الأحماض التي تتأين جزئيا في المحلول المائي و تشكل حالة اتزان
$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(I)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$	
القواعدُ القويةُ	هي القواعد التى تتأين بشكل تام فى محاليلها المائية
$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	
القواعدُ الضعيفةُ	هي القواعد التى تتأين جزئيا في المحاليلها المائية
$NH_{3(g)} + H_2O_{(I)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$	

ثابتُ تأينُ الحمضِ (Ka)

النسبة بين حاصل ضرب تركيز كاتيون الهيدرونيوم بتركيز القاعدة المرافقة إلى تركيز الحمض

وتكون العلاقة الرياضية لثابت تأين الحمض

$$K_a = \frac{[H_3O^+] \ X \ [\text{القاعدة المرافقة}]}{[\text{الحمض}]}$$

لا يوجد ثابت تأين للأحماض القوية أو القواعد القوية علل ☚ لأنها تتأين بشكل تام و لا توجد حالة اتزان

الحمض القوي تكون قاعدته المرافقة ضعيفة و العكس صحيح .

كلما كانت قيمة(K_a ثابت التأين) صغيرة فإن درجة تأين الحمض في المحلول تكون صغيرةو ذلك للأحماض الضعيفة

كلما كانت قيمة(K_a) ثابت التأين كبيرة فإن درجة تأين الحمض في المحلول تكون كبيرة و ذلك للأحماض القوية .

الأحماض ثنائية البروتون تتأين على مرحلتين والأحماض ثلاثية البروتون تتأين على ثلاث مراحل

و لكل مرحلة ثابت التأين الخاص بها ، أكبرها قيمة ثابت تأين المرحلة الأولى حيث يكون

الحمض أقوى في هذه المرحلة (مثل حمض الفوسفوريك H_3PO_4 له ثلاث ثوابت تأين)

الحمض	معادلة التأين	ثابت تأين الحمض K_a (عند 25 °C)
حمض أوكساليك	$HOOCCOOH_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + HOOCCOO^-_{(aq)}$ $HOOCCOO^-_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + OOCCOO^{2-}_{(aq)}$	$K_{a1} = 5.6 \times 10^{-2}$ $K_{a2} = 5.1 \times 10^{-5}$
حمض الفوسفوريك	$H_3PO_{4(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + H_2PO_4^-{}_{(aq)}$ $H_2PO_4^-{}_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + HPO_4^{2-}{}_{(aq)}$ $HPO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)}$	$K_{a1} = 7.5 \times 10^{-3}$ $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$ $K_{a3} = 4.8 \times 10^{-13}$
حمض الميثانويك	$HCOOH_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + HCCOO^-_{(aq)}$	$K_a = 1.8 \times 10^{-4}$
حمض البنزويك	$C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + C_6H_5COO^-_{(aq)}$	$K_a = 6.3 \times 10^{-5}$
حمض الاسيتيك	$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$	$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$
حمض الكربونيك	$H_2CO_{3(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$ $HCO_3^-{}_{(aq)} \rightleftarrows H^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)}$	$K_{a1} = 4.3 \times 10^{-7}$ $K_{a2} = 4.8 \times 10^{-11}$

يمكن المقارنة بين قوة الأحماض باستخدام قيم(pK_a , K_a) كلما زادت قيمة pK_a كلما قلت قيمة K_a وكان الحمض أضعف و العكس صحيح .

يمكنُ التعبيرُ عن ثابتِ تأينِ الحمضِ بالرمز pK_a حيث إن :-

$$pK_a = - \log K_a$$

كُلما كانتَ قيمةُ pK_a أكبر ، كُلما كانتَ قيمةُ K_a أصغر ، هذا يعني أن الحمضَ أضعفُ و العكس صحيح

ثابتُ تأينُ القاعدةِ K_b

النسبة بين حاصل ضرب تركيز أنيون الهيدروكسيد بتركيز الحمض المرافق إلى تركيز القاعدة

وتكون العلاقة الرياضية لثابت تأين القاعدة

$$K_b = \frac{[OH^-] \times [\text{الحمض المرافق}]}{[\text{القاعدة}]}$$

ملاحظات :

$$pK_b = - \log K_b$$

① تتأين القواعد القوية بالكامل إلى كاتيونات فلزية و أنيونات هيدروكسيد في الماء و لذلك ليس لديها ثابت تأين

② كلما كانت قيمةُ (K_b) صغيرةٌ فإن درجة تأين القاعدة فى المحلول تكون صغيرة وذلك للقواعد الضعيفة والعكس صحيح

③ بعضُ القواعدِ القويةِ مثلُ $Ca(OH)_2$ و $Mg(OH)_2$ شحيحةُ الذوبانِ فى الماءِ ولكن الكمية القليلة التي تذوب في الماء تتأينُ تماماً

	المركبات	الصيغة الكيميائية	القوى النسبية
أحماض قوية	حمض الهيدروكلوريك حمض الهيدروبروميك حمض الهيدرويوديك حمض النيتريك حمض الكبريتيك	HCl HBr HI HNO_3 H_2SO_4	٠ أحماض قوية ٢ تزداد قوة الحمض
أحماض ضعيفة	حمض الفوسفوريك حمض الهيدروفلوريك حمض الأستيك حمض الفورميك حمض الكربونيك حمض الهيدروكبريتيك حمض الهيبوكلوروز حمض البوريك	H_3PO_4 HF CH_3COOH HCOOH H_2CO_3 H_2S HClO H_3BO_3	٧ محاليل متعادلة
قواعد ضعيفة	هيدرازين أمونيا ميثيل أمين ايثيل أمين	N_2H_4 NH_3 CH_3NH_2 $C_2H_5NH_2$	١٢ تزداد قوة القاعدة
قواعد قوية	هيدروكسيد لكالسيوم هيدروكسيد الصوديوم هيدروكسيد البوتاسيوم	$Ca(OH)_2$ NaOH KOH	١٤ قواعد قوية

ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة و علامة (×) أمام العبارة الغير صحيحة لكل من العبارات التالية :

١ ﴿ تركيز أيون الهيدرونيوم الناتج من تأين (H_2SO_4) أقل من تركيزه الناتج من تأين HSO_4^- [ ]

٢ ﴿ يتأين حمض الفوسفوريك (H_3PO_4) على ثلاث مراحل [ ]

٣ ﴿ ثابت تأين المرحلة الثالثة لحمض الفوسفوريك أقل من ثابت تأني المرحلة الثانية له [ ]

٤ ﴿ الأحماض الضعيفة هي الاحماض التي تكون درجة تأينها منخفضة في المحاليل المائية [ ]

٥ ﴿ تحتوي محاليل الأحماض الضعيفة على جُزيئات الحمض غير المتأين مع الأيونات الناتجة عن التأين [ ]

٦ ﴿ يحتوي المحلول المائي لحمض الهيدروكلوريك على كاتيونات (H_3O^+) ، و أنيونات (Cl^-) فقط [ ]

٧ ﴿ يحتوي المحلول المائي لحمض الاسيتيك على كاتيونات (H_3O^+) و أنيونات (CH_3COO^-) فقط [ ]

٨ ﴿ المحاليل المُتساوية التركيز من (NaOH) و (NH_3) تحتوي على نفس التركيز من أنيون الهيدروكسيد [ ]

٩ ﴿ يحتوي المحلول المائي للأمونيا على أنيونات الهيدروكسيد و كاتيونات الأمونيوم و جُزيئات أمونيا غير مُتأينة [ ]

١٠ ﴿ الصيغة العامة للأحماض ثُنائية العنصر ثنائية البروتون هي HA [ ]

١١ ﴿ يتأين حمض الهيدروكبريتيك H_2S على مرحلتين [ ]

١٢ ﴿ يُعتبرُ حمض الكربونيك H_2CO_3 حمض ثُنائي البروتون [ ]

١٣ ﴿ لا يُمكن تحضير محلول مُركز من هيدروكسيد الكالسيوم لأنه شحيح الذوبان في الماء [ ]

١٤ ﴿ قيمة ثابت تأين الماء في الهيدروكلوريك 0.1 M تُساوي قيمته في محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 M [ ]

١٥ ﴿ إذا كانت K_a لحمض الأستيك تُساوي 1.8×10^{-5} ، و لحمض الهيبوبروموز 2×10^{-9} فإن حمض الاستيك هو الأقوى [ ]

١٦ ﴿ إذا كانت K_a لحمض الاسيتيك تساوي 1.8×10^{-5} ، و لحمض الفورميك تُساوي 1.8×10^{-4} فإن الاس الهيدروجيني لمحلول حمض الفورميك يكون أكبر من الاس الهيدروجيني لمحلول حمض الاسيتيك المُساوي له بالتركيز [ ]

١٧ ﴿ في المحلول لحمض الهيدروكلوريك المخفف لا توجد جُزيئات HCl [ ]

١٨ ﴿ أقوى الأحماض التالية (H_3PO_4 , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}) هو حمض H_3PO_4 [ ]

١٩ ﴿ الحمض الأقوى تكُونُ قيمة تأين K_a له أكبر و pK_a له أقل [ ]

٢٠ ﴿ القاعدة القوية يوجد لها ثابت اتزان لأن تأُنها جُزئي في المحاليل المائية [ ]

٢١ ﴿ محلول لحمض مُركز أو مُخفف تعني محلول لحمض قوي أو ضعيف [ ]

ضع علامة (✓) بين القوسين المتقابلين لأنسب اجابة صحيحة تكمل بها العبارات التالية :

١ ❖ المواد التالية تُعتبر تامة التأين (أو التفكك) في المحاليل المائية عدا مادة واحدة منها ، و هي :

- ☐ NH_3
- ☐ HCl
- ☐ NaOH
- ☐ Na_2O

٢ ❖ المُعادلات التالية تُمثل مراحل تأين حمض الفوسفوريك ، عدا معادلة واحدة منها ، و هي :

- ☐ $H_3PO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2PO_3^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$
- ☐ $H_3PO_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$
- ☐ $H_2PO_4^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow HPO_4^{-2}{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$
- ☐ $HPO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow PO_4^{3-}{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

٣ ❖ المرحلة الثانية لتأين حمض الفوسفوريك في المحاليل المائية تُؤدي الى تكون كاتيون الهيدرونيوم و :

- ☐ HPO_4^{2-}
- ☐ $H_2PO_4^-$
- ☐ PO_4^{3-}
- ☐ H_3PO_4

٤ ❖ تركيز كاتيون الهيدرونيوم يكون أكبر ما يمكن في محلول أحد الأحماض التالية المتساوية عند نفس درجة الحرارة ، و هو محلول حمض :

- ☐ HNO_3
- ☐ HF
- ☐ CH_3COOH
- ☐ HClO

٥ ❖ يحتوي المحلول المائي لحمض الهيدروسيانيك HCN على :

- ☐ أيونات (CN^-) ، (H_3O^+) فقط
- ☐ أيونات CN^- فقط
- ☐ أيونات (H_3O^+) فقط
- ☐ أيونات (CN^-) ، (H_3O^+) و جُزيئات (HCN)

٦ ❖ يحتوي المحلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم NaOH على :

- ☐ أيونات (CN^-) ، (H_3O^+) فقط
- ☐ أيونات (OH^-) و جُزيئات (Na_2O) فقط
- ☐ أيونات (OH^-) و جُزيئات (Na_2O) و جُزيئات (NaOH)
- ☐ أيونات (OH^-) ، (Na^+) فقط

٧ ﴿ أضعفُ الأحماض التالية هو حمض :

☐ HI ☐ HF

☐ HBr ☐ HCl

املأ الفراغات في الجمل و العبارات التالية بما يناسبها :

١ ﴿ المرحلة الاولى لتأين حمض H_3PO_4 في المحاليل المائية تُؤدي لى تكون أيون الهيدرونيوم و أيون آخر صيغته $H_2PO_4^-$

٢ ﴿ الحمض الضعيف تكون قاعدته المر افقة **قوية**

٣ ﴿ محلولان من حمض الاسيتيك CH_3COOH و حمض الهيدروسيانيك HCN مُتساويان ، فإذا علمت أن ثابت التأين للحمضين 1.8×10^{-5} , 4.5×10^{-4} على الترتيب فإن المحلول الذي لهو قيمة الاس الهيدروجيني الأقل HCN

٤ ﴿ دليل حمض ثابت التأين له يساوي 7.95×10^{-5} فإن قيمة الأس الهيدروجيني له في الحالة القاعدية يساوي 5.1

رتب الأحماض التالية تَصاعُديِ حسب قوتها ، علما بأنها مُتساوية التركيز و عند درجة الحرارة نفسها

حمض الفورميك ($K_a = 1.8 \times 10^{-4}$) ، حمض البروبانويك ($K_a = 1.3 \times 10^{-5}$)

حمض الهيبوكلوروز ($K_a = 3 \times 10^{-8}$) ، حمض الكلوروز ($K_a = 1.1 \times 10^{-2}$)

الحل : حمض الهيبوكلوروز < حمض البروبانويك < حمض الفورميك < حمض الكلوروز

رتب القواعد التالية تصاعُديا حسب قوتها ، علما بأنها مُتساوية التركيز و عند درجة الحرارة نفسها

محلول الأمونيا ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$) ، ميثيل أمين ($K_b = 1.7 \times 10^{-9}$)

ثُنائي ميثيل أمين ($K_b = 3 \times 10^{-4}$) ، هيدروكسيد أمين ($K_b = 1.1 \times 10^{-8}$)

الحل : ميثيل أمين < هيدروكسيد أمين < محلول الأمونيا < ثُنائي ميثيل أمين